

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

ÚSTAV GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE

CHARLES UNIVERSITY IN PRAGUE, FACULTY OF SCIENCE

DEPARTMENT OF GEOLOGY AND PALEONTOLOGY

Autoreferát disertační práce

Summary of the Ph.D. Thesis



**PALEOENVIROMENTÁLNÍ ZÁZNAM JEZERNÍCH SEDIMENTŮ KARBONU STŘEDOČESKÝCH A
ZÁPADOČESKÝCH PÁNVÍ: ANALÝZA A KORELACE MINERÁLNÍCH A BIOGENNÍCH PROXY**

**PALEOENVIRONMENTAL RECORD OF CARBONIFEROUS LACUSTRINE DEPOSITS OF CENTRAL
AND WESTERN BOHEMIAN BASINS: ANALYSIS AND KOREALITON OF MINERAL AND
BIOGENIC PROXIES**

RICHARD LOJKA

ŠKOLITEL/SUPERVISOR: RNDR. David Hradil, DR., UACH AV ČR, v.v.i.

KONZULTANTI/SUPERVISOR-KONZULTANT: RNDR. TOMÁŠ MATYS GRYGAR, DR., UACH AV ČR, v.v.i.

MGR. KAREL MARTÍNEK, PHD., PŘF UK PRAHA

Praha 2012

Abstrakt

Práce shrnuje výsledky multidisciplinární paleoenviromentální a paleoklimatické studie nejvýznamnějšího jezerního horizontu svrchního karbonu – malesických vrstev slánského souvrství středočeských a západočeských kontinentálních pánví. Analyzována byla vrtná jádra jemnozrnných sedimentů ze dvou nově provedených vrtů situovaných do kladensko-rakovnické a plzeňské pánve ve vzdálenosti přibližně 80 km. Sledovány byly struktury a periodicitu laminace, minerální a izotopické složení autigenních minerálů, zejména sideritu, složení detritických minerálů včetně asociací jílových minerálů a složení autochtonní a alochtonní organické hmoty včetně palynospolečenstev.

Detailní analýza vrtných jader dovolila identifikovat dílčí fáze vývoje jezerního systému spojené s fluktuací úrovně jezerní hladiny a stratifikací vodního sloupce, které byly řízené celkovými srážkovými úhrny a jejich celoroční distribucí. Vývoj srážek ovlivňoval také hustotu a skladbu vegetačního pokryvu v okolí jezera, charakter zvětrávání zdrojových hornin a degradaci organické hmoty v povodí, a v konečném důsledku tak ovlivňoval i charakter a skladbu materiálu přinášeného do jezerní pánve. Kromě těchto společných znaků, byly mezi studovanými lokalitami pozorovány také významné odlišnosti. Zvýšený podíl lamin primárního sideritu a většinou nízké hodnoty vodíkového indexu indikují lepší okysličení vod okrajové části v dnešní plzeňské pánvi, situované zřejmě poblíž přítoku do pánve. Výrazný ojedinělý nárůst hodnot vodíkového indexu a celkového organického uhlíku v nejvyšší části hlubokovodních prachovců indikuje zřejmě rozpad původního jezera do systému dílčích, hydrologicky více či méně izolovaných jezer. Odlišná skladba asociací jílových minerálů indikuje také různé zdrojové oblasti. Výrazná cyklická distribuce poměrů stabilních izotopů primárního sideritu v plzeňské pánvi odráží rychlé změny izotopického složení krystalizačních vod, které indikují rychlé a výrazné variace srážkových úhrnů a jejich distribuce. Paralelní trendy poměrů vyměnitelných iontů Ca/Mg expandabilních jílových struktur v obou vrtech nerespektují různou mineralogii (smektit vs. illit/smektit) a množství nosičů tohoto poměru, danou zejména odlišností zdrojových oblastí a různým stupněm diagenetického postižení profilů, a lze je tedy použít jako spolehlivý nástroj pro téměř chronostratigrafickou korelaci jemnozrnných kontinentálních sedimentárních sérií.

Abstrakty publikovaných prací

Lojka, R., Sýkorová, I., Laurin, J., Matysová, P., Grygar, T. M. 2010. Rytmičká laminace v jezerních sedimentech: záznam sezónních změn ve svrchním pensylvánu v centrální rovníkové oblasti Pangei (stefan B, slánské souvrství, středočeské a západočeské pánve). *Bulletin of Geosciences* 85, 4, 709-734.

V období svrchního Pensylvánu, v intervalu stefan B (~ 304 milionů let), se ve východní části centrální rovníkové oblasti superkontinentu Pangea vytvořilo rozsáhlé sladkovodní jezero, které pokrývalo velkou část kontinentálních pánví ve střední části Českého masivu. Sedimentární sled jezerních jílovců mšeckých vrstev byl získán pomocí dvou mělkých vrtů vzdálených přibližně 80 km. Pro pozorování paleoenvironmentálních změn v detailu na úrovni sezónních variací, byla v měřítku dílčích lamin sledována zejména struktura laminace a její periodicita, složení detritických minerálů a rozptýlených macerálů organické hmoty.

Identifikovány byly dva odlišné hydrologické stavby jezera. Periody s vysokou úrovní jezerní hladiny byly charakteristické zvýšenou primární produkcí a zachováním většího podílu organické hmoty, které umožnily dysoxické podmínky u dna jezerní pánve a permanentní stratifikace vodního sloupce. Hlubokovodní kondenzovaná sedimentace, bez významného přínosu klastik, se projevila také nepravidelně vyvinutou laminací. Série s průběžně vyvinutou pravidelnou rytmičkou laminací s nižším podílem organické hmoty zaznamenává podmínky s částečnou – sezónní stratifikací vodního sloupce a lepší cirkulací vod v jezerní pánvi. Rytmičkou laminaci tvoří střídání tmavých, jílovitých, autochtonní organickou hmotou bohatých lamin, a světlých, prachovitých lamin s hojným detritem terestrické flóry a rozptýlenými krystaly autigenního sideritu. Podobná rytmičká laminace spočívající ve vysoko-frekvenční variaci v přínosu detritického materiálu způsobené sezónní distribucí srážek byla pozorována i v některých současných hlubokých tropických jezerech. V distribuci mocností rytmtů byla pozorována statisticky významná periodicita, podobná několikaletým až několika desetiletým cyklům pozorovaná ve většině holocénních jezerních archivech.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Sýkorová, I., Franců, J., Bláhová, A., Grygar, T. 2009. Prostředí sedimentace Mšeckého jezera a záznam klimatických variací ve stefanu B (kladensko-rakovnická pánve, Česká republika). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 280, 78-93.

V období stefanu B se ve východní rovníkové části Pangei, oblasti západních, středních a východních Čech, vytvořilo rozsáhlé jezero s nejvyšší rozlohou odhadovanou na 5000–10000 km² a dobou trvání sedimentace na 50–500 tis. let. Svou rozlohou představuje největší jezerní systém mladšího paleozoika dosud popsáný z Evropských pánví. Kontinuální sedimentace organickou hmotou bohatých, pravidelně laminovaných, jílovito-prachovitých jezerních sedimentů vytvořila unikátní, vysoce rozlišený záznam paleoklimatický archiv části intervalu Stefanu B. Nebývale rozsáhlá trofická síť rybních společenstev indikuje časovou stálost meromiktní vodní nádrže. Hydrologie jezerní pánve byla interpretována z chemických a izotopických analýz autochtonních karbonátů, zejména sideritu a z analýz organické hmoty. Vývoj vegetačního pokryvu a podmínek zvětrávání v povodí byl interpretován z analýzy palynospolečenstva a detritických jílových minerálů.

Jezerní pánve prošla několika fázemi vývoje včetně iniciační fáze s nejvyšší hladinou a maximem produktivity, fázi nárůstu mineralizace vod spojenou s poklesem úrovně jezerní hladiny, fázi nízkého stavu hladiny, částečné obnovy hlubokovodní sedimentace a následného přechodu do mělkého, průtočného, jezerně-deltového systému. Pokles jezerní hladiny byl zřejmě způsoben postupným

poklesem srážkových úhrnů spojeným s nárůstem sezónní distribuce srážek a poklesem intenzity chemického zvětrávání v povodí. Významné změny ve vegetaci vázané na fluktuace jezerní hladiny indikují komplexní změny prostředí. Během iniciační fáze vysoké hladiny jsou hojná a diversifikovaná pylová společenstva suchomilných rostlinných prvků. Zatímco spóry kapradin postupně převládnu během období poklesu jezerní hladiny, spóry plavuní je se stabilizací úrovně nejnižší hladiny rychle nahrazují a převládají i během následné částečné obnovy jezera. S přechodem do jezerně-deltového systému se více uplatňují spóry přesliček a kapradin.

Pozorované změny zřejmě odrážejí klimatické oscilace mezi intervaly horkého humidního a horkého sezónně-suchého klimatu, které mohou být spojené s variacemi orbitálních parametrů podobné tzv. Milankovičovým cyklům, potenciálně zodpovědné také za tvorbu tzv. kontinentálních cyklotém. Období stefanu B představuje v Českých pánvích humidní interval obklopený aridními intervaly barruelu a stefanu C, a představuje tak část několik milionů let trvajícího klimatického cyklu stability gondvanských ledovců. Vzájemná vazba tropických a polárních oblastí je také částečně diskutována v textu.

Grygar, T., Kadlec, J., Žigová, A., Mihaljevič, M., Nekutová, T., **Lojka, R.**, Světlík, I. 2009.

Chemostratigrafická korelace sedimentů obsahující expandabilní jílové minerály založená na iontové výměně s Cu(II) trietylentetramin. *Clays and Clay minerals* 57, 2, 168-182.

Mědnatý(II) trietylentetramin $[Cu(trien)]^{2+}$ představuje vhodný prostředek pro stanovení ionto-výměnné kapacity v mnoha různých geologických materiálech v jednom kroku a s jednodušší procedurou stanovení nežli ostatní běžně používané metody. Metoda je také velmi vhodná pro stanovení složení původních vyměnitelných iontů. V kontrastu s ostatními ionty běžně používanými pro analýzu ionto-výměnné kapacity, Cu(II) komplex s trietylentetraminem, $[Cu(trien)]^{2+}$, je specifický zejména pro expandabilní jílové minerály. Robustnost analýzy pomocí $[Cu(trien)]^{2+}$ byla ověřena na referenčních ne-expandabilních jílových minerálech, expandabilních jílových minerálech, sedimentech a půdách. Hodnoty ionto-výměnné kapacity expandabilních jílových minerálů stanovené pomocí $[Cu(trien)]^{2+}$ nebyly významně ovlivněny obsahy ferryhydritu, goethitu, manganitu, birnessitu, kalcitu a sádrovce. Nicméně přítomnost minerálů birnessitu, kalcitu a sádrovce ve směsi ovlivňuje složení uvolněných kationtů. Metoda stanovení ionto-výměnné kapacity pomocí $[Cu(trien)]^{2+}$ nepokrývá celou ionto-výměnnou kapacitu půd (ale spíše jen půdních jílových minerálů), které obsahují také jiné expandabilní složky než jen jílové minerály, jako např. půdní organická hmota. Ve vzorcích série kvartérních a současných sprašo-půdních profilů, hodnoty ionto-výměnné kapacity stanovené na základě $[Cu(trien)]^{2+}$ dosahovaly rozpětí od 30 – 110 % ionto-výměnné kapacity stanovené pomocí tradičních metod s použitím $BaCl_2$. Celkové obsahy a relativní podíly vyměnitelných iontů Ca/Mg v půdách a sedimentech exogenních prostředí jsou podobné při obou použitých metodách stanovení ionto-výměnné kapacity.

Poměr Ca/Mg vyměnitelné frakce byl úspěšně použit pro chemostratigrafickou korelaci rozsáhlého jezerního systému mladšího karbonu rovníkové oblasti Pangei a také pro korelaci i současných záplavových sedimentů nivní plošiny meandrující řeky Moravy. Poměr Ca/Mg získaný pomocí metody $[Cu(trien)]^{2+}$ je navrhován jako nových nástroj pro chemostratigrafickou korelaci sedimentů obsahující expandabilní jílové struktury.

Životopis

Jméno: Richard Lojka

Narozen: 26. 8. 1979, Praha, Česká republika

Vzdělání:

1998 – 2003 Mgr. – Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, základní geologie

2004 – 2012t PhD. – Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, geologie se zaměřením

Zaměstnání:

2007 – 2011 Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i., částečný úvazek, zaměření:

- geochemie a mineralogie jemnozrnných siliciklastických sedimentárních sérií.

2002 – Česká geologická služba, Klárov 3/131, Praha 011, 118 21, Česká republika, plný úvazek, zaměření:

- sedimentologie a petrografie sedimentů kontinentálních prostředí,
- regionální geologie mladopaleozoických sedimentů.

Specializace:

- sedimentologie a pánevní analýza,
- jezerní a fluviální sedimentární systémy,
- jílová mineralogie, izotopová geochemie.

Projekty:

Paleoenvironmentální záznam mladopaleozoických kontinentálních pánví Českého masivu – KJB307020601, GA AS CR (2006 – 2008), řešitel.

Geologické mapování 1 : 25 000 Plzeňsko, Česká republika (2004 – 2007), řešitel.

Klimatické archívy v sedimentárním záznamu svrchnopaleozoických pánví Českého masivu jako proxy k rekonstrukci klimatických změn – P210/11/1431, GACR (2011 – 2014), spoluřešitel.

Publikace WOS

Lojka, R., Sýkorová, I., Laurin, J., Matyssová, P., Grygar, T. M. 2010. Lacustrine couplet-lamination: evidence for Late Pennsylvanian seasonality in central equatorial Pangaea (Stephanian B, Slaný Formation, central and western Bohemian basins). *Bulletin of Geosciences* 85, 4, 709-734.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Sýkorová, I., Franců, J., Bláhová, A., Grygar, T. 2009. Climate variability in the Stephanian B based on environmental record of the Mšec Lake deposits (Kladno–Rakovník Basin, Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 280, 78-93.

Grygar, T., Kadlec, J., Žigová, A., Mihaljevič, M., Nekutová, T., **Lojka, R.**, Světlík, I. 2009. Chemostratigraphic correlation of sediments containing expandable clay minerals based on ion exchange with Cu(II) triethylenetetramine. *Clays and Clay minerals* 57, 2, 168-182.

Hatzignatiou, D., Riis, F., Berenblyum, R., Hladík, V., **Lojka, R.**, Franců J. 2011. Screening and evaluation of a saline aquifer for CO₂ storage: Central Bohemian Basin, Czech Republic. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 5, 6, 1429-1442.

Další články

Hladík, V., Kolejka, V., **Lojka, R.**, Fott, P., Vácha, D. 2009. CO₂ emissions and geological storage possibilities in the Czech Republic. *Slovak Geological Magazine*, 29-41. ISSN 1335-0968.

Drábková, J., **Lojka, R.**, Šimůnek, Z. 2005. Paleoekologie a biostratigrafie jemnozrnných poloh defilé u Radčic (Kantábr, plzeňská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2004*, 30-33. ISSN 0514-8057.

Šimůnek, Z., **Lojka, R.**, Drábková, J. 2009. Prostředí sedimentace lubenské sloje a nové fytopaleontologické nálezy v lomu společnosti RAKO a.s. u Lubné u Rakovníka (karbon, kladensko-rakovnická pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2008*, 118-122.

Šimůnek, Z., **Lojka, R.**, Zajíc, J., Drábková, J. 2010. Paleontologické výzkumy v karbonu v okolí Jesenice (žihelská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2009*, 163-167.

Hladík, V., Hatzignatiou, D., Riis, F., Berenblyum, R., Geršlová, E., Franců, J., **Lojka, R.**, Kolejka, V., Geršl M. 2011. Středočeská pánev jako potenciální úložiště oxidu uhličitého. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2010*, 247-252.

Abstrakty z konferencí

Lojka, R., Grygar, T., Bláhová, A., Drábková, J., Hradil, D. 2007. Record of climate seasonality and large-scale cyclicity in the stephanian lacustrine sequence (mšec member, stephanian B, kladno-rakovník basin, central Bohemia) - abstract. In Hilton, J: IGCP Project 649 Birmingham Meeting 2007 - ABSTRACTS, University of Birmingham. Birmingham.

Franců, J., Sýkorová, I., **Lojka, R.**, Grygar, T. 2008. Stratigraphic archive of lake development in the Stephanian B of the Bohemian Massif evidenced by molecular composition and pyrolytic properties of organic matter. In J. Pešek: 10. Coal conference, Prague. Abstract Volume, UK, Praha. Praha.

Grygar, T., Bláhová, A., Drábková, J., **Lojka, R.** 2008. Elementary climate cycles of the Upper Palaeozoic continental cyclothems in the east equatorial Pangaea. Mšec Lake, the largest European Lake during the Stephanian B. European Geoscience Union, Abstracts, 2008, European Geoscience Union, EGU. Vienna.

Lojka, R., Drábková, J., Franců, J., Sýkorová, I., Grygar, T. 2008. Elemental climate cycle of the eastern tropical Pangea: environmental record from large freshwater lake (Mšec Member, Stephanian B, Central and Western Bohemian basins). 26th Regional Meeting of the IAS, Abstract Volume, 173. – IAS (International Association of Sedimentologists). Bochum.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Franců, J., Sýkorová, I., Grygar, T. 2008. Environmental response to climatically driven lake-level fluctuations: record from Stephanian B freshwater reservoir of eastern tropical Pangea (Mšec Member, Kladno-Rakovník Basin, Central Bohemia). In Zajíc, J., Štamberk, S: Special Publication to 5th Symposium on Permo-Carboniferous Faunas, 18. – Museum of Eastern Bohemia at Hradec Králové. Museum of Eastern Bohemia at Hradec Králové.

Exkurzní průvodce

Blecha, M., Burliga, S., **Lojka, R.**, Martínek, K., Wojewoda, J. 2008. wycieczka B: Osady permskie basenu śródsudeckiego. 23 s. Wind Wrocław. Wrocław. ISBN 978-83-922330-2-2.

Základní geologické mapy a vysvětlivky

Stárková, M., Vorel, T., Holásek, O., Adamová, M., Drábková, J., Dušek, K., Hrazdíra, P., Kočandrle, J., **Lojka, R.**, Mašek, D., Mlčoch, B., Opluštil, S., Skácelová, D., Skácelová, Z., Šimůnek, Z. 2004. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 12-143 Rakovník. 1s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Holásek, O. 2006. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 11-424 Dolní Bělá. 1s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Hroch, T., Soejono, I., Tasáryová, Z., Žáčková, E., Stárková, M. 2007. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 12-313 Kaznějov. 1s. MS ČGS. Praha.

Hradecký, P., **Lojka R.**, Mlčoch, B., Šebesta, J., Vondrovic, L. 2012. Základní geologická mapa České republiky, 1 : 25 000, list 11-242 Valeč. 1s. MS ČGS. Praha.

Adamová, M., Drábková, J., Holásek, O., Hrazdíra, P., **Lojka, R.**, Mašek, D., Mlčoch, B., Opluštil, S., Stárková, M., Skácelová, Z., Šimůnek, Z., Zajíc, J., Vorel, T. 2004. Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000 12-143 Rakovník. 85 s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Holásek, O., Hrazdíra, P., Kycl, P., Mrnková, J., Petáková, Z., Rapprich, V., Skácelová, D., Skácelová, Z., Šimůnek, Z., Waldhausrová, J. 2006. Vysvětlivky k základní geologické mapě 11-424, list Dolní Bělá. 94 s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Hroch, T., Soejono, I., Žáčková, E., Tasáryová, Z., Sidorinová, T., Drábková, J., Ďuriš, M., Hrazdíra, P., Šimůnek, Z., Lukeš, P., Kycl, P., Petáková, Z., Stárková, M., Skácelová, Z., Skácelová, D. 2007. Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, 12–313 Kaznějov. 123 s. MS ČGS. Praha.

Abstract

Ph.D. thesis represents summary of multidisciplinary palaeoenvironmental and palaeoclimatic research of the most significant Late Pennsylvanian lacustrine horizon of the central and western Bohemian basins – the Malesice Member of the Slaný Formation. Two cores from new shallow drills, situated 80 km apart, were analysed. Multidisciplinary approach is based on description of lamination structure and periodicity; mineral and isotopic composition of autigenic carbonates, namely siderite; composition of detrital minerals including clay mineral assemblages; and composition of autochthonous and allochthonous organic particles including palynospectra.

Detailed analysis of drill cores lead to the identification of individual phases of lake development linked with lake-level fluctuation and water-column stratification, which were driven by a sum of precipitation and its seasonal distribution. Changes in precipitation also affected composition and density of vegetational cover in the lake surroundings, weathering intensity of source rocks and degradation of organic matter in the drainage basin, and so precipitation affected final grain-size and composition of detrital material deposited in the lake. Beside common environmental signatures at both studied sites, there are also significant differences between both areas. Increased proportion of primary siderite laminae and usually low values of HI indicate better oxygenated waters at the basin margins at the recent plzeň basin situated probably near river inflow. Significant increase in HI and TOC at the upper part of the studied section, in the isotopically heaviest interval, indicate fragmentation of lake to a system of more or less hydrologically closed basins. Different clay mineral assemblages also indicate different source areas. Significant cyclic arrangement of isotopic values of primary siderite (Mn-rich), indicate quite fast variations in precipitation beside a long-term trend in lake desiccation. Parallel trends of exchangeable Ca/Mg ratios of expandable clays in both sites are not affected by different mineralogy (smectite vs. illite/smectite) or contents of expandable clays, which results from different composition of source areas and different intensity of post-depositional processes. Thus the Ca/Mg ratios of expandable clays is proposed as a new reliable tool for nearly chronostratigraphic correlation of fine-grained continental sedimentary series.

Abstracts of published papers

Lojka, R., Sýkorová, I., Laurin, J., Matysová, P., Grygar, T. M. 2010. Lacustrine couplet-lamination: evidence for Late Pennsylvanian seasonality in central equatorial Pangaea (Stephanian B, Slaný Formation, central and western Bohemian basins). *Bulletin of Geosciences* 85, 4, 709-734.

A large freshwater lake formed (lake area > 5000 km²) during the Stephanian B (~304 My) period of the Late Pennsylvanian in the central-east equatorial Pangaea and covered a substantial part of the continental Late Palaeozoic basins in the central Bohemian Massif (the Czech Republic). Lacustrine mudstones of the Mšec Member were acquired from two shallow boreholes 80 km apart and were analysed for lamination structure and periodicity, mineral composition and dispersed organic matter, in order to obtain more detailed information on the palaeoenvironmental change with a near annual resolution. Two hydrological states of the lake were identified, including high lake-level periods with dysoxic conditions on the lake floor, under a permanently thermally stratified hypolimnion favouring organic matter production and storage during periods of condensed sedimentation producing an irregular lamination pattern. A series of continuous regular couplet lamination reflect conditions of partially, possibly seasonally stratified hypolimnion with advanced lake-water mixing and organic matter oxidation. The couplet lamination results from an alternation of organic-clay laminae, consisting of variable proportions of autochthonous algal and microbial organic remnants, with detrital silt laminae accompanied by authigenic siderite and humified or burnt terrestrial plant debris. Similarly as in some modern tropical lakes, such regular high-frequency variations in sediment supply suggest seasonal changes in rainfall to be responsible for couplet formation. Couple thickness distribution shows statistically significant periodicities, resembling multiannual to multidecadal scales observed in recent sediment archives, and so indirectly supports seasonality in precipitation in Pangaeen low-latitudes, at least during part of the Stephanian B.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Sýkorová, I., Franců, J., Bláhová, A., Grygar, T. 2009. Climate variability in the Stephanian B based on environmental record of the Mšec Lake deposits (Kladno–Rakovník Basin, Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 280, 78-93.

In the Stephanian B in eastern equatorial Pangaea, a large freshwater lake was formed in the continental basins of the west, central and northeast Bohemia, Czech Republic with a total area estimated at 5000–10,000 km² and a lifetime of 50 to 500 ky. Its size exceeded that of any Permian–Carboniferous lake in the European basins of that period so far described. Continual sedimentation of organic-rich, seasonally laminated clayey–silty lake deposits produced a unique high-resolution record of part of the Stephanian B climate in the studied region. An extraordinarily large trophic web of fish assemblages also proves the temporal stability of this meromictic oligotrophic lake. The lake hydrology was inferred from the chemical and isotopic analyses of the autochthonous carbonates, particularly siderite, and analysis of organic matter. The environmental and weathering conditions in the lake watershed were inferred from analysis of palynospectra and detrital clay minerals.

The lake passed through several stages of development including an initial highstand with peak productivity, a stepwise increase in mineralization accompanying gradual lake regression, a lowstand in the middle part of its lifetime, a partial lake recovery, and then a final transition to a shallow lacustrine-deltaic system. Lake regression was triggered by a long-term decrease in the P/E ratio coupled with increasing seasonality and accompanied by a decrease in intensity of chemical weathering in the drainage basin. Considerable vegetation response to fluctuating lake levels suggests complex environmental changes. During the initial lake highstand,

abundant and diversified assemblages of xerophilous elements prevailed, spores of ferns prevailed during the regressive episode, and spores of lycopsids abruptly increased at the lowstand and remained dominant in the palynospectra of the second lake highstand. Final transition to a lacustrine-deltaic system was associated with pronounced increase in sphenopsids and ferns.

These changes can be attributed to Milankovitch-like climate change from warm–wet to warm–seasonal dry, and may be inferred to have been responsible for Stephanian continental cyclothems. The entire Stephanian B period was more humid than the preceding Barruelian and subsequent Stephanian C in the Czech basins, thus revealing a climate cycle at a timescale of several million years, which is discussed in relation to southern Gondwana ice sheet stability.

Grygar, T., Kadlec, J., Žigová, A., Mihaljevič, M., Nekutová, T., **Lojka, R.**, Světlík, I. 2009.

Chemostratigraphic correlation of sediments containing expandable clay minerals based on ion exchange with Cu(II) triethylenetetramine. *Clays and Clay minerals* 57, 2, 168-182.

Copper(II) triethylenetetramine $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ is an agent suitable for the 1-step determination of the cation exchange capacity (CEC) of many geomaterials using a procedure much less laborious than other, commonly used methods. It is also suitable for the determination of the composition of original exchangeable cations. In contrast to other common ions used for CEC analysis, the Cu(II) complex with triethylenetetramine, $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$, is specific for expandable clay minerals. The robustness of $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ analysis was verified using reference clays, ion-exchanged reference clays, sediments, and soils. The $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ -based CEC of expandable clay minerals is not influenced significantly by ferrihydrite, goethite, manganite, birnessite, calcite, and gypsum. Birnessite, calcite, and gypsum admixtures affect the composition of the evolved cations. $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ does not recover the entire CEC of soils (but rather that of the clay minerals only) which contain components other than clays which contribute to the CEC, e.g. soil organic matter. In a series of loess with buried paleosols and recent soils the $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ -based CEC ranged from 30 to 110% of total CEC obtained by traditional BaCl_2 methods. The relative ratio of Ca to Mg, the prevailing exchangeable cations in soils and sediments in exogenic environments, are similar after $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ and conventional BaCl_2 treatments. The Ca/Mg ratio in the exchangeable fraction was used successfully for chemostratigraphic correlation of paleolacustrine sediments from a large lake in the Upper Carboniferous basins of eastern equatorial Pangaea and a series of recent flood plain sediments of the meandering Morava River in the Czech Republic. The Ca/Mg ratio obtained by $[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$ analysis is proposed as a novel tool for the chemostratigraphic correlation of sediment series containing expandable clay minerals.

Curriculum vitae

Name: Richard Lojka

Born: 26. 8. 1979, Prague, Czech Republic

Education:

1998 – 2003 MSc. Faculty of Science, Charles University, Prague, geology

2004 – 2012t PhD. study, Faculty of Science, Charles University, Prague

Career:

2007 – 2011 Institute of Inorganic Chemistry, AS CR, part time job, specialist on:

- geochemistry and mineralogy of fine-grained sedimentary series.

2002 – Czech Geological Survey, Klárov 3/131, Praha 011, 118 21, Czech republic,
full time job, specialist on:

- sedimentology and sedimentary petrography of continental environments,
- regional geology of Pennsylvanian-Permian deposits.

Area of interest:

- Sedimentology and basin analysis,
- Lacustrine and fluvial systems,
- Clay mineralogy, isotope geochemistry

Research projects:

Palaeoenvironmental record in the Upper Palaeozoic continental basins of the Bohemian Massif – KJB307020601, GA AS CR (2006 – 2008), principal investigator.

Geological mapping 1 : 25 000 of the Pilsen Area, Czech Republic (2004 – 2007), principal investigator.

Climatic archives recorded in the Late Paleozoic basins of the Bohemian Massif: proxies for reconstruction of climatic changes – P210/11/1431, GACR (2011 – 2014), co-investigator.

Publications WOS

Lojka, R., Sýkorová, I., Laurin, J., Matyssová, P., Grygar, T. M. 2010. Lacustrine couplet-lamination: evidence for Late Pennsylvanian seasonality in central equatorial Pangaea (Stephanian B, Slaný Formation, central and western Bohemian basins). *Bulletin of Geosciences* 85, 4, 709-734.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Sýkorová, I., Franců, J., Bláhová, A., Grygar, T. 2009. Climate variability in the Stephanian B based on environmental record of the Mšec Lake deposits (Kladno–Rakovník Basin, Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 280, 78-93.

Grygar, T., Kadlec, J., Žigová, A., Mihaljevič, M., Nekutová, T., **Lojka, R.**, Světlík, I. 2009. Chemostratigraphic correlation of sediments containing expandable clay minerals based on ion exchange with Cu(II) triethylenetetramine. *Clays and Clay minerals* 57, 2, 168-182.

Hatzignatiou, D., Riis, F., Berenblyum, R., Hladík, V., **Lojka, R.**, Franců J. 2011. Screening and evaluation of a saline aquifer for CO₂ storage: Central Bohemian Basin, Czech Republic. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 5, 6, 1429-1442.

Other papers

Hladík, V., Kolejka, V., **Lojka, R.**, Fott, P., Vácha, D. 2009. CO₂ emissions and geological storage possibilities in the Czech Republic. *Slovak Geological Magazine*, 29-41. ISSN 1335-0968.

Drábková, J., **Lojka, R.**, Šimůnek, Z. 2005. Paleoekologie a biostratigrafie jemnozrnných poloh defilé u Radčic (Kantábr, plzeňská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2004*, 30-33. ISSN 0514-8057.

Šimůnek, Z., **Lojka, R.**, Drábková, J. 2009. Prostředí sedimentace lubenské sloje a nové fytopaleontologické nálezy v lomu společnosti RAKO a.s. u Lubné u Rakovníka (karbon, kladensko-rakovnická pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2008*, 118-122.

Šimůnek, Z., **Lojka, R.**, Zajíc, J., Drábková, J. 2010. Paleontologické výzkumy v karbonu v okolí Jesenice (žihelská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2009*, 163-167.

Hladík, V., Hatzignatiou, D., Riis, F., Berenblyum, R., Geršlová, E., Franců, J., **Lojka, R.**, Kolejka, V., Geršl M. 2011. Středočeská pánev jako potenciální úložiště oxidu uhličitého. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2010*, 247-252.

Conference abstracts

Lojka, R., Grygar, T., Bláhová, A., Drábková, J., Hradil, D. 2007. Record of climate seasonality and large-scale cyclicity in the stephanian lacustrine sequence (mšec member, stephanian B, kladno-rakovník basin, central Bohemia) - abstract. In Hilton, J: IGCP Project 649 Birmingham Meeting 2007 - ABSTRACTS, University of Birmingham. Birmingham.

Franců, J., Sýkorová, I., **Lojka, R.**, Grygar, T. 2008. Stratigraphic archive of lake development in the Stephanian B of the Bohemian Massif evidenced by molecular composition and pyrolytic properties of organic matter. In J. Pešek: 10. Coal conference, Prague. Abstract Volume, UK, Praha. Praha.

Grygar, T., Bláhová, A., Drábková, J., **Lojka, R.** 2008. Elementary climate cycles of the Upper Palaeozoic continental cyclothems in the east equatorial Pangaea. Mšec Lake, the largest European Lake during the Stephanian B. European Geoscience Union, Abstracts, 2008, European Geoscience Union, EGU. Vienna.

Lojka, R., Drábková, J., Franců, J., Sýkorová, I., Grygar, T. 2008. Elemental climate cycle of the eastern tropical Pangea: environmental record from large freshwater lake (Mšec Member, Stephanian B, Central and Western Bohemian basins). 26th Regional Meeting of the IAS, Abstract Volume, 173. – IAS (International Association of Sedimentologists). Bochum.

Lojka, R., Drábková, J., Zajíc, J., Franců, J., Sýkorová, I., Grygar, T. 2008. Environmental response to climatically driven lake-level fluctuations: record from Stephanian B freshwater reservoir of eastern tropical Pangea (Mšec Member, Kladno-Rakovník Basin, Central Bohemia). In Zajíc, J., Štamberk, S: Special Publication to 5th Symposium on Permo-Carboniferous Faunas, 18. – Museum of Eastern Bohemia at Hradec Králové. Museum of Eastern Bohemia at Hradec Králové.

Excursion guide

Blecha, M., Burliga, S., **Lojka, R.**, Martínek, K., Wojewoda, J. 2008. wycieczka B: Osady permskie basenu śródsudeckiego. 23 s. Wind Wrocław. Wrocław. ISBN 978-83-922330-2-2.

Geological maps and explanatory notes

Stárková, M., Vorel, T., Holásek, O., Adamová, M., Drábková, J., Dušek, K., Hrazdíra, P., Kočandrle, J., **Lojka, R.**, Mašek, D., Mlčoch, B., Opluštil, S., Skácelová, D., Skácelová, Z., Šimůnek, Z. 2004. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 12-143 Rakovník. 1s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Holásek, O. 2006. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 11-424 Dolní Bělá. 1s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Hroch, T., Soejono, I., Tasáryová, Z., Žáčková, E., Stárková, M. 2007. Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000, list 12-313 Kaznějov. 1s. MS ČGS. Praha.

Hradecký, P., **Lojka R.**, Mlčoch, B., Šebesta, J., Vondrovic, L. 2012. Základní geologická mapa České republiky, 1 : 25 000, list 11-242 Valeč. 1s. MS ČGS. Praha.

Adamová, M., Drábková, J., Holásek, O., Hrazdíra, P., **Lojka, R.**, Mašek, D., Mlčoch, B., Opluštil, S., Stárková, M., Skácelová, Z., Šimůnek, Z., Zajíc, J., Vorel, T. 2004. Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000 12-143 Rakovník. 85 s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Holásek, O., Hrazdíra, P., Kycl, P., Mrnková, J., Petáková, Z., Rapprich, V., Skácelová, D., Skácelová, Z., Šimůnek, Z., Waldhausrová, J. 2006. Vysvětlivky k základní geologické mapě 11-424, list Dolní Bělá. 94 s. MS ČGS. Praha.

Lojka, R., Hroch, T., Soejono, I., Žáčková, E., Tasáryová, Z., Sidorinová, T., Drábková, J., Ďuriš, M., Hrazdíra, P., Šimůnek, Z., Lukeš, P., Kycl, P., Petáková, Z., Stárková, M., Skácelová, Z., Skácelová, D. 2007. Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, 12–313 Kaznějov. 123 s. MS ČGS. Praha.